

Original document

PLASMA TREATMENT APPARATUS

5

Patent number: JP2003142457
 Publication date: 2003-05-16
 Inventor: YAMAUCHI TAKEMOTO; SUGAI HIDEO
 Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO.; INST NAGOYA IND SCIENCE RES

Classification:

- international: H01L21/3065; H05H1/46

- european:

Application number: JP20010335529 20011031

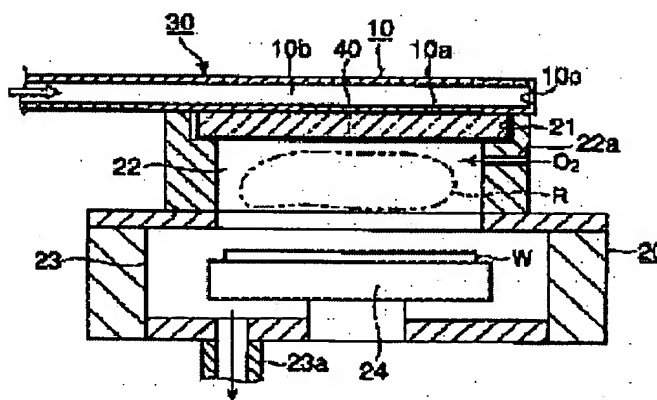
Priority number(s): JP20010335529 20011031

[View INPADOC patent family](#)

Abstract of JP2003142457

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment apparatus that can generate stable plasma in a chamber even if inputted microwave power widely ranges, and hence can improve stability in plasma treatment such as ashing and etching.

SOLUTION: The plasma treatment apparatus comprises a top board 11 that has a slit 11a formed at a portion opposite to a waveguide 10 of a vacuum chamber 20 for introducing a microwave inside the vacuum chamber 20 and propagates the microwave that has passed through the slit 11a to the side surface of the vacuum chamber 20 along an internal surface, and a plate-like dielectric 40 provided at the side of the vacuum chamber 20 on the top board 11 and at the same time allows the microwave to permeate. On the side surface of the vacuum chamber 20 of a dielectric 30, a projection 41 is formed.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑤

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-142457

(P2003-142457A)

(43) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 5 H 1/46

B 5 F 0 0 4

H 0 5 H 1/46

H 0 1 L 21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-335529 (P2001-335529)

(22) 出願日 平成13年10月31日 (2001.10.31)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 598091860

財団法人名古屋産業科学研究所

愛知県名古屋市中区栄二丁目10番19号

(72) 発明者 山内 健資

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

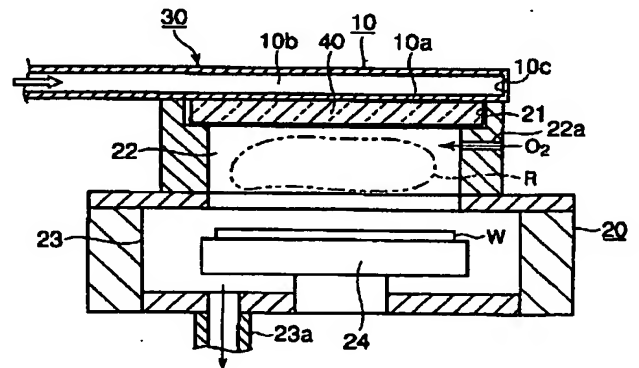
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 入力されるマイクロ波パワーが広い範囲に亘る場合であってもチャンバ内に安定したプラズマを発生でき、ひいてはアッシングやエッチング等のプラズマ処理の安定性を向上することができるプラズマ処理装置を提供することを目的として提供すること。

【解決手段】 真空チャンバ20の導波管10と対向する部分に設けられマイクロ波を真空チャンバ20内部に導入するためのスリット11aが形成され、真空チャンバ20側の面にスリット11aを通過した上記マイクロ波を内面に沿って伝播させる天板11と、天板11の真空チャンバ20側に設けられるとともにマイクロ波を透過させる板状の誘電体40とを備え、誘電体30の真空チャンバ20側の表面には突条41が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロ波導入手段を介してチャンバ内部にマイクロ波を伝達させ、チャンバ内部でプラズマを発生させるプラズマ処理装置において、上記チャンバの上記マイクロ波導入手段と対向する部分に設けられ上記マイクロ波をチャンバ内部に導入するための開口部が形成され、上記チャンバ側の面に上記開口部を通過した上記マイクロ波を内面に沿って伝播させる天板と、この天板の上記チャンバ側に設けられるとともに上記マイクロ波を透過させる板状の誘電体とを備え、上記誘電体の上記チャンバ側の表面には凹凸部が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記凹凸部は上記誘電体の表面に形成された突条であることを特徴とする請求項1に記載されたプラズマ処理装置。

【請求項3】 上記マイクロ波導入手段は、導波管であることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体及び液晶の製造等におけるエッチングやアッシングに用いられるマイクロ波励起型のプラズマ処理装置に関し、特に安定したプラズマを生成できるものに関する。

【0002】

【従来の技術】 図6は従来のプラズマ処理装置の要部を示す図である。プラズマ処理装置は、発振器により発生したマイクロ波を伝達する断面が矩形状の導波管10と、この導波管10に接続されるとともに内部に収容した半導体ウエハ等の被処理物に対しマイクロ波により励起されたプラズマを用いて処理を行うための真空チャンバ20とを備えている。

【0003】 導波管10の終端部には円板状の天板11が取り付けられている。また、天板11には真空チャンバ20の開口部21を閉塞する円板状の誘電体12が取り付けられている。なお、誘電体12の表面は平坦な形状をしている。

【0004】 この天板11の一部にスリット11aが形成され、導波管10の内部に誘電体12が露出しており、導波管10の内部を伝達するマイクロ波が誘電体12を介して真空チャンバ20内に導入される。

【0005】 このようなマイクロ波励起型のプラズマ処理装置においては、マイクロ波を真空チャンバ20内に誘電体12を介して導入することで、真空チャンバ20内の媒質ガスが励起され、プラズマが発生する。このプラズマにより真空チャンバ20内の被処理物に所定の処理が行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述したプラズマ処理装置であると次のような問題があった。すなわち、最近

(2)

特開2003-142457
2

の液晶基板や半導体ウエハ等の被処理物の大面積化に伴い、プラズマも大面積にて発生させる必要が生じている。このため、真空チャンバ20や誘電体12も同様に大型化させる必要がある。誘電体12が大面積となると、誘電体12に対応する導波管10の長さも長くなる。導波管10においては、その終端側の最も端部側の反射面でマイクロ波が反射し反射波が生じるため、この反射波がマイクロ波の入射波と合成されて合成波を形成し、この合成波に基づいて真空チャンバ20内の電界強度が決定されるようになっている。

【0007】 このようなマイクロ波の合成波により、真空チャンバ20内で電界強度が分布に偏りが生じている。このため、電界強度に応じて媒質ガスのプラズマ化に不均一を生じており、ひいては被処理物のエッチングやアッシングの均一性が変動するという問題が生じている。

【0008】 また、電子密度においても図4に示すように、マイクロ波の投入パワーにより極端に上昇する領域、いわゆる電子密度ジャンプが存在する。このためエッチングやアッシングのレート変動が引き起こされる問題があった。

【0009】 そこで本発明は、入力されるマイクロ波パワーが広い範囲に亘る場合であってもチャンバ内に安定したプラズマを発生でき、ひいてはアッシングやエッチング等のプラズマ処理の安定性を向上することができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決し目的を達成するために、本発明のプラズマ処理装置は次のように構成されている。

【0011】 (1) マイクロ波導入手段を介してチャンバ内部にマイクロ波を伝達させ、チャンバ内部でプラズマを発生させるプラズマ処理装置において、上記チャンバの上記マイクロ波導入手段と対向する部分に設けられ上記マイクロ波をチャンバ内部に導入するための開口部が形成され、上記チャンバ側の面に上記開口部を通過した上記マイクロ波を内面に沿って伝播させる天板と、この天板の上記チャンバ側に設けられるとともに上記マイクロ波を透過させる板状の誘電体とを備え、上記誘電体の上記チャンバ側の表面には凹凸部が形成されていることを特徴とする。

【0012】 (2) 上記(1)に記載されたプラズマ処理装置であって、上記凹凸部は上記誘電体の表面に形成された突条であることを特徴とする。

【0013】 (3) (2) 上記(1)に記載されたプラズマ処理装置であって、上記マイクロ波導入手段は、導波管であることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】 図1は本実施の形態に係るダウンフロー型のマイクロ波励起のプラズマ処理装置30の要

部を示す断面図である。なお、図1において図6と同一機能部分には同一符号を付した。

【0015】プラズマ処理装置30は、発振器（不図示）により発生したマイクロ波を伝達する導波管10と、この導波管10に接続されるとともに内部に収容した半導体ウエハ等の被処理物に対しマイクロ波により励起されたプラズマRを用いて処理を行うための真空チャンバ20とを備えている。

【0016】導波管10の終端部には円板状の天板11が取り付けられている。また、天板11には真空チャンバ20の開口部21を閉塞する円板状の誘電体40が取り付けられている。誘電体40は例えば石英ガラスから形成されている。

【0017】導波管10は、誘電体40に対向しマイクロ波の電界方向に垂直なH面10aと、このH面10aに対して垂直方向に伸びるマイクロ波の電界方向に平行なE面10bと、マイクロ波導入側と反対側にH面10a及びE面10bに対して垂直に設けられたマイクロ波を反射する反射面10cとを備えている。

【0018】天板11の一部には2つのスリット（開口部）11aが形成され、導波管10の内部に誘電体40が露出している。すなわち、2つのスリット11aは、E面10b近傍のH面10aにE面10bに沿ってそれぞれ開口されている。スリット11aから導波管10の内部を伝達するマイクロ波が誘電体40を介して真空チャンバ20内に導入される。

【0019】真空チャンバ20は、プラズマRを生成するプラズマ生成室22と、半導体ウエハ等の被処理物を処理する処理室23とを備えている。プラズマ生成室22の側壁には、外部からO₂ ガス等の媒質ガスを導入するガス供給管22aが設けられている。また、処理室23の底面には真空チャンバ20内を減圧するための真空ポンプに接続される排気管23aが接続されている。さらに、処理室23には、半導体ウエハ等の被処理物Wを載置する回転テーブル24が設けられている。

【0020】誘電体40の表面は図2の（a）、（b）、（d）に示す様に、断面矩形状の突条41が形成されている。突条41は一定のピッチQで形成されている。なお、突条41の幅と突条41同士の間隔とは同一に形成されている。

【0021】このようなマイクロ波励起型のプラズマ処理装置30においては、次のようにしてプラズマ処理を行う。予め半導体ウエハ等の被処理物Wをテーブル24の上に載置する。次に、排気管23aから真空チャンバ20内の空気を排気し、減圧する。また、ガス供給管22aから媒質ガスであるO₂ ガスを導入する。発振器により生成されたマイクロ波が導波管10から導入される。マイクロ波はスリット11aからマイクロ波透過窓である誘電体40を透過して真空チャンバ20内に導入される。マイクロ波によりO₂ ガスが励起され、高電

子密度（ 10^{11} cm^{-3} 以上）で大面積のプラズマRが生成される。

【0022】伝播するマイクロ波はプラズマRの電子密度Neと共鳴するモードの表面波となり、そのモードによる電界パターンを誘電体40表面で形成する。このモードパターンと同じ電子密度分布のプラズマRが生成される。このプラズマRにより真空チャンバ20内の被処理物Wに所定の処理が行われる。

【0023】図3は誘電体12を用いた場合と誘電体40を用いた場合におけるO₂ プラズマ発光分布の様子を示している。なお、図3の（a）は誘電体12を用いた場合、図3の（b）は本実施の形態に係る誘電体40を用いた場合を示しており、図の上方が導波管10の終端側である。

【0024】図3の（a）に示すように、マイクロ波パワーPinが低い場合には、O₂ プラズマはマイクロ波の導入側に偏る分布を持っている。次第にマイクロ波パワーPinを増加するとO₂ プラズマは誘電体12全面に広がる。特にマイクロ波パワーPinが0.4から0.8 kWへ移る領域でプラズマが突然広がっている。マイクロ波パワーが0.4 kWから0.8 kWへ移る領域で、プラズマの電子密度ジャンプが発生し、非線形に変化が生じエッチングやアッシングといったプロセスのレート及び均一性が不安定になることを示している。

【0025】一方、図3（b）に示すように、突条41を有する誘電体40を用いた場合には、O₂ プラズマの発光分布はマイクロ波パワーPinに依存せず、ほぼ一定である。

【0026】図4は、電子密度Neのマイクロ波パワー依存性を示すグラフである。グラフG1は誘電体12を用いた場合、グラフG2が誘電体40を用いた場合を示している。

【0027】グラフG1では、マイクロ波パワーPinの増加に伴い電子密度Neは上昇していくが、マイクロ波パワー0.5から0.7 kWへ移る領域で突然電子密度Neが上昇することが分かる（電子密度ジャンプ）。これは図3で示したO₂ プラズマの発光分布と同様に、電子密度Neと共鳴する表面波が生成されるためにO₂ プラズマの分布も電子密度Neも非線形的に変化したものである。このため、エッチングやアッシングといったプロセスのレート分布及びレートの変動が発生する。

【0028】これに対し、グラフG2では、マイクロ波パワーPinの増加に伴い、なだらかに電子密度Neも上昇している。このときの突条41のピッチQは16 mmである。これらの結果から、その表面に周期的な突条41を設けた誘電体40を用いることで、マイクロ波パワーPinによらず安定な分布を持ち、電子密度Neの極端な変化が少ないプラズマRを生成できる。

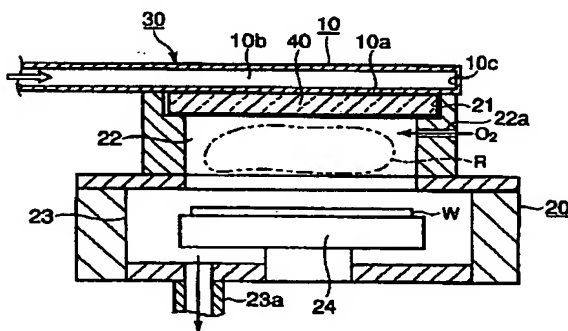
【0029】図5は、突条41におけるピッチQと電子

密度 N_e との関係を示す図である。マイクロ波パワー P_{in} を一定にして、ピッチ Q を 30 mm から 7.5 mm まで小さくさせるに伴い、電子密度 N_e も上昇する。これは、ピッチ Q を設定することにより電子密度 N_e を制御することが可能であることを示している。

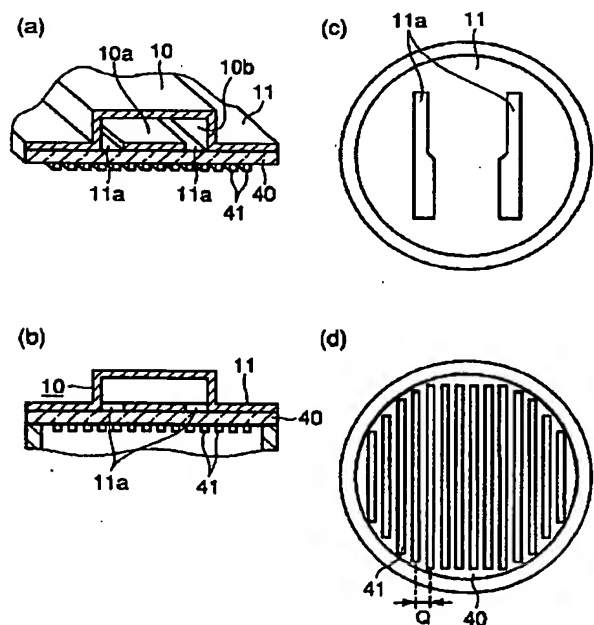
【0030】 上述したように、本実施の形態に係るプラズマ処理装置 30 においては、誘電体 40 表面に周期的な突起 42 を設けることで、プラズマ分布を一定に保つことができるとともに、マイクロ波パワー P_{in} の変化に伴う電子密度 N_e の極端な変化も少なくできる。このため、エッチングやアッシングの分布及びレート変動を少なく安定なプロセスを行うことが可能となる。

【0031】 なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではない。すなわち、上述した誘電体 40 には突条 41 を形成するようにしたが、凹部を形成するようにしてもよい。また、突条 41 は、マイクロ波の入力方向に沿った方向だけではなく、入力方向に対して直角に設けることや、リング状に設けること、或いは、柱状の突起部を点在させて設けるようにしても構わない。さらに、突条 41 のピッチ Q を一定にしているが、一定に限られない。更に、マイクロ波導入手段を導波管として説明しているが、キャビティや、同軸型伝播路、円形導波管、マイクロストリップ、コプレーナガイド等のマイクロ波導入手段を用いることも可能である。この他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

【図 1】



【図 2】



【0032】

【発明の効果】 本発明によれば、入力されるマイクロ波パワーが広い範囲に亘る場合であってもチャンバ内に安定したプラズマを発生でき、ひいてはアッシングやエッチング等のプラズマ処理の安定性を向上することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態に係るマイクロ波励起のプラズマ処理装置を示す縦断面図。

10 【図 2】 同プラズマ処理装置の要部を示す図。

【図 3】 同プラズマ処理装置と従来のプラズマ処理装置における O_2 プラズマ発光分布を示す写真。

【図 4】 同プラズマ処理装置と従来のプラズマ処理装置における電子密度のマイクロ波パワー依存性を示すグラフ。

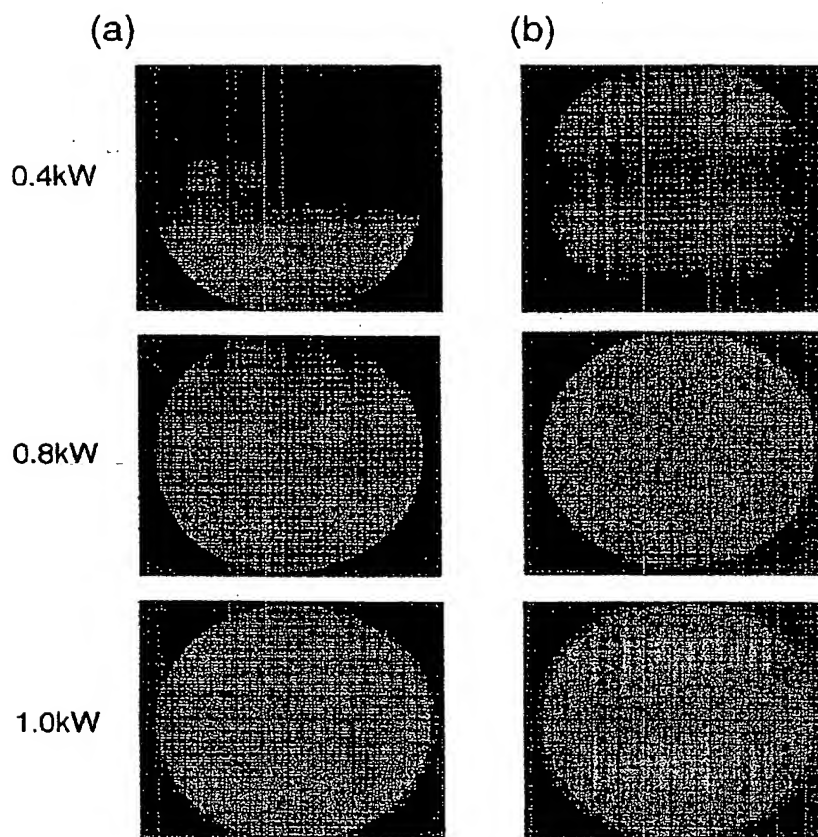
【図 5】 同プラズマ処理装置における電子密度のピッチ幅依存性を示すグラフ。

【図 6】 従来のプラズマ処理装置の要部を示す図。

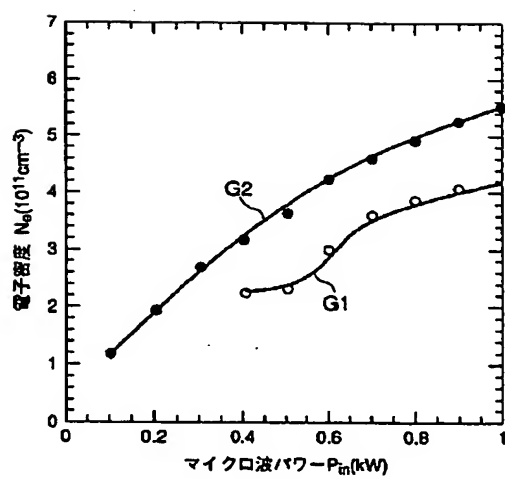
【符号の説明】

- 10 … 導波管
- 11 … 天板
- 20 … 真空チャンバ
- 30 … プラズマ処理装置
- 40 … 誘電体
- 41 … 突条

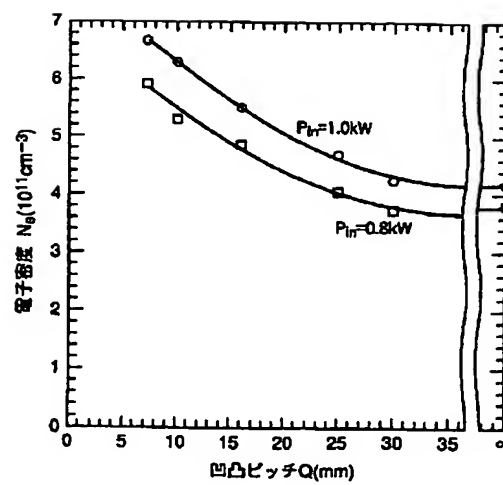
【図3】



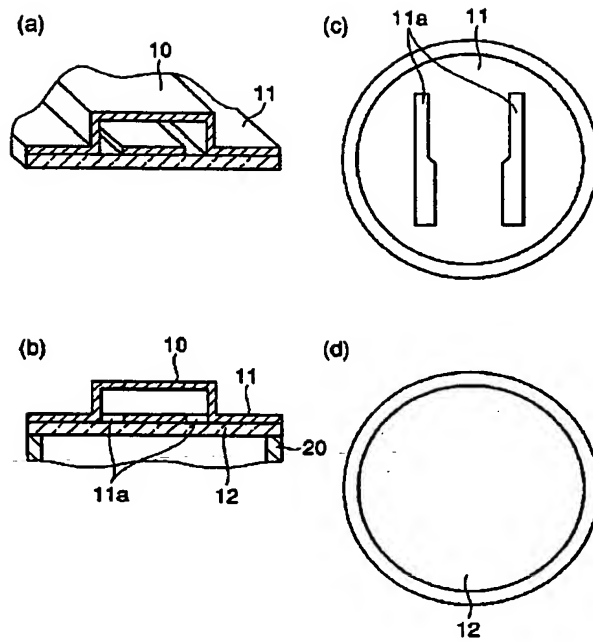
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 菅井 秀郎
愛知県春日井市中新町2丁目4番地6

Fターム(参考) 5F004 AA01 BA20 BB32 BD01 DA26
DB26